

اثر روغن معدنی بر کنترل شب‌پره جوانه‌خوار مرکبات *Archips rosanus* و میزان تولید میوه پرتقال واشنگتن ناولمعصومه مرزبان عباس‌آبادی^۱، محمدرضا دماوندیان^۲، پونه قائمیان امیری^۳

۱ و ۲- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران؛ ۳- کارشناس فنی شرکت خدمات فنی و مشاوره‌ای کشت‌زار طبرستان، ساری، ایران
(تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۷؛ تاریخ پذیرش فروردین ۱۳۹۸)

چکیده

شب‌پره جوانه‌خوار مرکبات، (*Archips rosanus* (Linnaeus) از آفات مهم درختان مرکبات در استان مازندران می‌باشد. این پژوهش در قالب دو آزمایش جداگانه در باغ مرکبات واقع در روستای مقری‌کلا از توابع شهرستان بابلسر انجام شد. آزمایش اول جهت بررسی تأثیر کاربرد روغن معدنی بر میزان خسارت در زمان گلدهی در تاریخ ۹۵/۱/۱۱ در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تیمار شامل روغن معدنی ۱/۵ درصد، آبامکتین (۱/۸ درصد EC) با غلظت ۷۵۰ میلی لیتر در هزار لیتر آب و شاهد (بدون پاشش) و در سه تکرار انجام شد. آزمایش دوم به منظور بررسی تأثیر کاربرد روغن معدنی بر تولید میوه در زمان گلدهی مشابه آزمایش اول بود. نتایج آزمایش اول نشان داد بعد از محلول‌پاشی، تیمارهای مورد مطالعه از نظر تعداد جوانه آلوده به ازای هر درخت از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود ($p < 0.01$). مقایسه میانگین جوانه‌های آلوده در هر درخت به ترتیب در شاهد، آبامکتین و روغن معدنی ۲۱/۳۳a، ۹/۲۲b و ۸/۸۹b عدد بود. نتایج آزمایش دوم نیز نشان داد میزان تولید میوه مربوط به تیمارهای شاهد، روغن معدنی و آبامکتین به ترتیب با میانگین‌های ۱۲۸/۳۴a، ۱۲۵/۵۴a و ۱۲۲/۸۱a کیلوگرم به ازای هر درخت اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد کاربرد روغن معدنی و حشره‌کش آبامکتین در زمان گل‌دهی تأثیر سوئی بر تولید میوه نداشته و قادر به کنترل *A. rosanus* می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *Archips rosanus*، آبامکتین، باغ مرکبات، روغن معدنی، گلدهیApplication of mineral oil and its effect on *Archips rosanus* control and citrus fruit productionM. MARZBAN ABBASABADI¹, M.R. DAMAVANDIAN², P. GHAEMIAN AMIRI³

1 and 2. Graduated student and associate professor, Department of Plant Protection, Faculty of Cultural Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran; 3. Technical expert, Technical and Consulting Services Company of Tabarestan, Sari, Iran

Abstract

Archips rosanus (Linnaeus), is one of the most important pests of citrus trees in Mazandaran province. This study was conducted in two separate experiments in citrus orchards located in Maqrikola, Babolsar city. The first experiment was conducted to investigate the effect of mineral oil application in flowering time on the damage of this pest in a completely randomized design with three treatments including 1.5% mineral oil, abamectin (EC 0.8%) with a concentration of 750 ml/100L and control (without spraying) in three replications on 31th March 2016. The second experiment was conducted to investigate the effect of mineral oil application in flowering time on fruit production of citrus trees that were similar to the first one. The results of the first experiment showed that the number of infested shoots per tree were statistically different at 1% level ($p < 0.01$). The mean of infestation in control, abamectin and mineral oil treatments were 21.33a, 9.22b and 8.89b infested shoots per tree, respectively. The results of the second experiment showed that the average amounts of fruit production were 128.34a, 125.54a and 122.81a kg per tree in control, mineral oil and abamectin treatments respectively. There was no statistically significant difference between them. The results of this study showed that application of mineral oil or abamectin in flowering stage has not harm effect on fruit production and it is able to control *A. rosanus*.

Keywords: *Archips rosanus*, abamectin, citrus orchard, flowering, mineral oil

مقدمه

تنوع آفات مرکبات و انبوهی آن‌ها در نواحی مرکبات خیز شمال کشور به دلیل سمپاشی‌های غیر اصولی و ناآگاهانه سبب وارد آمدن خسارات سنگین به باغ‌های مرکبات می‌شود (Damavandian, 2016). حشرات گوناگون از راسته‌های مختلف به عنوان آفت مرکبات مطرح هستند، از جمله این آفات می‌توان به شپشک‌ها، شته‌ها، بالپولکداران، سخت‌بالپوشان و کنه‌ها اشاره کرد (Doganlar, 2007).

شب پره جوانه خوار مرکبات، *Archips rosanus* Linnaeus (Lep.: Tortricidae)، یکی از آفات مهم و جهانی مرکبات می‌باشد (Stanslyand Conner, 2005). این آفت حشره‌ای پلی‌فاژ است و از دامنه میزبانی وسیعی برخوردار بوده که در باغ‌های مرکبات غرب استان مازندران در حال گسترش می‌باشد (Mafi Pashakolaei et al., 2014). این آفت در درجه اول برگ‌خوار بوده اما به گل و میوه‌ها نیز خسارت می‌زند (Cuthbertson and Murchie, 2005). خسارت آن در درختان جوان و با برگ محدود شدید بوده که می‌تواند موجب توقف رشد و بدشکلی درخت شود (Mafi Pashakolaei et al., 2014). هنگامی که انبوهی جمعیت آفت زیاد باشد تا ۸۰ درصد محصول را از بین می‌برد (Pirouz, 2015). در سال‌های اخیر آلودگی شدید و خسارت زیاد این آفت در باغ‌های مرکبات استان مازندران با بیش از ۱۱۰ هزار هکتار سطح زیر کشت (Ahmadi et al., 2018) سبب شده است که سالانه آفت‌کش‌های شیمیایی زیادی نظیر آبامکتین به میزان ۰/۷ در هزار، دورسبان به میزان ۲-۱/۵ در هزار و استامی‌پراید به میزان ۲-۱/۵ در هزار برای کنترل آن مصرف شود (Pirouz, 2015). این در حالی است که کاربرد بی‌رویه آفت‌کش‌ها در اکثر باغ‌های مرکبات مازندران موجب بروز پدیده مقاومت، کاهش دشمنان طبیعی، عدم تعادل بیولوژیکی و طغیان آفات ثانویه شده است (Damavandian, 2007). لذا اجرای طرح‌هایی با هدف کاهش مصرف سموم شیمیایی بسیار ضروری به نظر می‌رسند و از

اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. روغن معدنی یک جایگزین مهم برای آفت‌کش‌های شیمیایی در کنترل آفات مهم مرکبات می‌باشد (Kiss et al., 2005; Kim et al., 2010). روغن‌های معدنی برخلاف آفت‌کش‌های مصنوعی دوستدار محیط زیست می‌باشند (Beattie, 2005; Helmy et al., 2012) و یک جزء اساسی برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات برای محصولات کشاورزی در سرتاسر جهان می‌باشند (Damavandian and Kiaeian Moosavi, 2014).

در سال‌های اخیر تحقیقات گسترده‌ای در کاربرد روغن معدنی جهت کنترل آفات مرکبات انجام شده است. غلظت مناسب روغن برای کنترل شپشک نرم‌تن قهوه‌ای، *Coccus hesperidum* (Linnaeus)، شپشک استرالیایی، *Icerya purchase* (Maskell) و شپشک‌های آردآلود یک درصد می‌باشد و زمان روغن‌پاشی باید با حضور پوره‌های جوان و تازه تفریخ شده که روی سطح برگ قرار دارند، انجام شود (Beattie, 2005). غلظت ۰/۸۵ درصد روغن معدنی برای کاهش جمعیت *Panonychus citri* McGregor مناسب می‌باشد (Damavandian 2005; 2007). آفات کلیدی مرکبات به وسیله روغن معدنی با غلظت ۱/۵-۰/۷ درصد با دو یا سه بار روغن‌پاشی در سال کنترل می‌شوند (Damavandian, 2016). روغن‌های معدنی می‌توانند برای کنترل *Phyllocopteruta* و *Pulvinaria aurantii* Cockerell *oleivora* Ashmed که مهم‌ترین آفات مرکبات در استان مازندران می‌باشند، استفاده شوند (Radjabpour et al., 2007). میزان غلظت روغن معدنی را که موجب مرگ ۵۰ و ۹۰ درصد پوره‌های سن دوم و سوم *P. aurantii* می‌شود به ترتیب ۰/۵۹ و ۱/۰۱ درصد اعلام کرد (Damavandian, 2006). غلظت ۰/۶۵ درصد و بیشتر روغن معدنی موجب کاهش معنی‌داری در خسارت مینوز مرکبات *Phyllocnistis citrella* Stainton می‌شود (Damavandian and Kiaeian Moosavi, 2014). در پژوهشی دیگر، (Damavandian 2016) گزارش کرد که جمعیت آفات مرکبات در باغات روغن‌پاشی شده در

روش بررسی

محل اجرای تحقیق

این تحقیق در یک باغ تجاری مرکبات به مساحت ۳۰ هکتار واقع در روستای مقری کلا از توابع شهرستان بابلسر انجام شد. آزمایش‌ها در دو قطعه باغ هر یک به مساحت ۵۰۰۰ متر مربع از باغ مورد نظر روی درختان ۱۰ ساله پرتقال واشنگتن ناول *Citrus sinensis* (Linnaeus) var navel صورت گرفت. فاصله درختان بین ردیف‌ها ۵ متر و فاصله روی ردیف‌ها ۳ متر بود. این پژوهش در قالب دو آزمایش جداگانه انجام شد.

آزمایش اول

بررسی تأثیر روغن معدنی بر میزان خسارت شب‌پره

جوانه‌خوار مرکبات: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و سه تکرار صورت پذیرفت. تیمارها شامل روغن معدنی ۱/۵ درصد متعلق به شرکت مهان با درجه سولفوناسیون ۹۲ و ماده مؤثر ۸۰ درصد و فرمولاسیون مایع، آبامکتین (۱/۸ درصد EC) متعلق به شرکت شیمی کشاورز با غلظت ۷۵۰ میلی لیتر در هزار لیتر آب و شاهد (بدون هیچ پاششی) بودند. محلول‌پاشی‌ها در زمان گلدهی درختان در تاریخ ۹۵/۱/۱۱ انجام شد. برای انجام آزمایش، ۹ ردیف از درختان مرکبات با حدود ۵۰ درخت در هر ردیف انتخاب شد. سپس، ۹ ردیف به سه گروه سه ردیفی تقسیم شده و هر ردیف به طور تصادفی به یک تیمار اختصاص داده شد. در هر ردیف سه درخت آلوده به آفت جوانه‌خوار به‌طور تصادفی (مجموعاً ۲۷ درخت) برای نمونه‌برداری انتخاب شد. جهت نمونه‌برداری و جمع‌آوری داده‌ها تعداد ۴ شاخه حدوداً ۱۵ سانتی‌متری در چهار جهت از هر درخت انتخاب و تعداد جوانه‌های آلوده قبل از مبارزه (۹۵/۱/۱۱) و به فاصله چهار روز بعد از مبارزه (۹۵/۱/۱۵) شمارش شدند.

آزمایش دوم

بررسی تأثیر روغن معدنی در زمان گلدهی بر تولید میوه

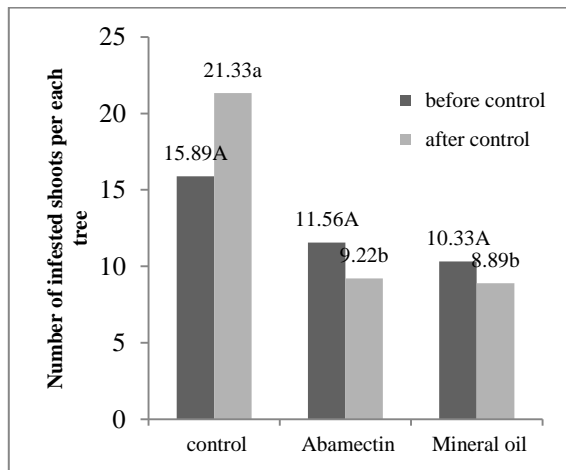
درختان مرکبات: نوع تیمارها، شیوه انجام آزمایش و

مقایسه با باغات سمپاشی شده، به دلیل عدم ظهور آفات ثانویه و نژادهای مقاوم آفت و حفاظت از دشمنان طبیعی بسیار کمتر بوده است.

براساس مطالعات انجام شده کنترل شب‌پره مینوز مرکبات، *P. citrella* با استفاده از روغن معدنی در استرالیا (Beattie et al., 1995)، چین (Rae et al., 1996) و ایران (AmiriBesheli, 2008) موفقیت‌آمیز بوده است. در مطالعات دیگر، روغن معدنی با غلظت یک درصد توانست به‌طور قابل توجهی سپردار مومی فلوریدا، *Ceroplastes floridensis* (Comstock) (El-Sisi et al., 1995) و سپردار واوی مرکبات، *Lepidosaphes beckii* (Newman) و سپردار سیاه مرکبات، *Parlatoria ziziphus* (Lucas) (Helmy et al., 2012) را در باغ‌های آلوده مرکبات در مصر کنترل کند. در کالیفرنیا، روغن‌های معدنی برای کنترل دو آفت مهم مرکبات شامل سپردار قرمز مرکبات، *Aonidiella aurantii* (Maskell) و کنه قرمز مرکبات، *P. citri* استفاده می‌شوند (Davidson et al., 1991).

در باغ‌های مرکبات تحت فشار سمپاشی در بابلسر، *A. rosanus* همانند سایر آفات حالت طغیانی داشته به‌طوری‌که باغدار مجبور به کنترل شیمیایی می‌باشد، اما در باغ‌های روغن‌پاشی شده جمعیت این آفت همواره در حد پائین بوده و نیازی به مبارزه شیمیایی نیست (Ziaee et al., 2017). زمان دقیق مبارزه با شب‌پره جوانه‌خوار مرکبات هم‌زمان با تفریح تخم‌های زمستان‌گذران آن از دهه اول فروردین تا اواخر این ماه می‌باشد (Pirouz, 2015). از یک سو برای کنترل *A. rosanus* به دلیل همزمانی تفریح تخم‌ها و گلدهی درختان، باغداران مجبور به مبارزه شیمیایی هنگام گلدهی درختان می‌باشند، از سوی دیگر مصرف روغن‌های معدنی در این زمان توسط کارشناسان به دلیل احتمال ریزش گل توصیه نمی‌شود. لذا در این تحقیق اثر کاربرد روغن معدنی در زمان گل‌دهی مرکبات برای کنترل *A. rosanus* و میزان تولید میوه مطالعه شد.

(Cranshaw and Baxendale, 2011)، تشکیل یک لایه روی قسمت های مختلف گیاه و جلوگیری از استقرار لاروهای تازه ظهور یافته حشرات روی گیاه و حل کردن لایه مومی خارجی بدن حشره و به موجب آن از دست رفتن آب بدن و سپس مرگ حشره می باشند (Helmy et al., 2012). حساس ترین مرحله زیستی شب پره جوانه خوار مرکبات به شرایط محیطی لاروهای سن اول می باشد و بهترین زمان مبارزه برای کنترل آفت محسوب می شود (Alizadeh and Shayan, 2017). با توجه به زمان روغن پاشی در مطالعه حاضر که هم زمان با تفریح تخم و ظهور لاروهای سن اول بود، می توان بیان داشت که کاربرد روغن معدنی سبب مرگ لاروهای سن اول شب پره جوانه خوار مرکبات و به موجب آن کاهش تعداد جوانه های آلوده شده است. تأثیر روغن معدنی و حشره کش های مصنوعی مانند آبامکتین در کنترل پروانه مینوز مرکبات، *P.citrella* مشابه بوده است (Damavandian and Kiaeian Moosavi, 2014).



شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد جوانه آلوده به ازای هر درخت برای تیمارها در زمان های قبل و بعد از محلول پاشی (حروف بزرگ و کوچک به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها قبل و بعد از محلول پاشی می باشد).

Fig. 1. The mean comparison of number of the infested shoot per each tree for treatments at before and after spraying. (Uppercase and lowercase letters showing significant differences between treatments before and after spraying, respectively)

طریقه نمونه برداری مشابه آزمایش اول بود، با این تفاوت که زمان نمونه برداری هم زمان با برداشت محصول در ۲۹ آذر ۱۳۹۵ بود. در این تاریخ وزن میوه های هر درخت به تفکیک اندازه گیری و مقایسه میانگین تیمارها بررسی شد.

آنالیز آماری

داده های جمع آوری شده از هر آزمایش به کمک نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و آزمون t انجام شد.

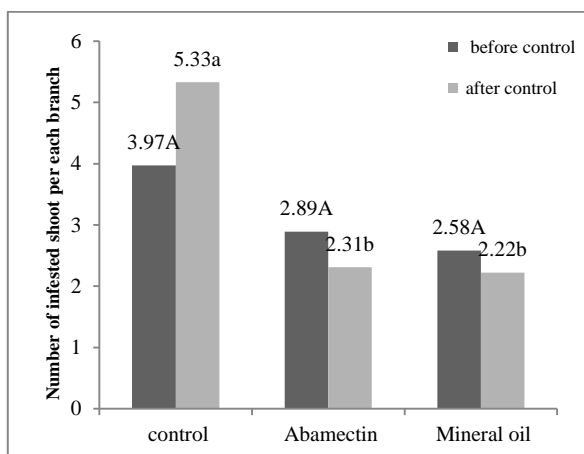
نتیجه و بحث

آزمایش اول

بررسی تأثیر روغن معدنی بر میزان خسارت شب پره جوانه خوار مرکبات: نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه های آلوده به آفت جوانه خوار به ازای هر درخت در زمان قبل از محلول پاشی نشان داد که درختان مورد مطالعه از نظر آلودگی به آفت اختلاف معنی داری به لحاظ آماری با یکدیگر نداشتند (F=2.4, df=2, p=0.12). نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه های آلوده به ازای هر درخت در زمان بعد از محلول پاشی حاکی از وجود اختلاف معنی دار به لحاظ آماری بین تیمارها بود (F=8.98, df=2, p=0.002). با توجه به نتایج مقایسه میانگین ارائه شده در شکل ۱، تیمار شاهد در زمان بعد از محلول پاشی بالاترین تعداد جوانه های آلوده را داشت. تیمارهای روغن معدنی و آبامکتین اختلاف معنی داری به لحاظ آماری نداشتند، هر چند که تیمار روغن معدنی با اختلاف کمی تعداد جوانه های آلوده کمتری داشت. همانطور که مشخص شد، روغن معدنی و حشره کش آبامکتین دارای تأثیر مشابهی بودند. مهم ترین طریقه عمل روغن معدنی روی حشرات مسدود کردن روزنه های تنفسی (اسپیراکل ها) می باشد که موجب خفگی و سپس مرگ حشرات می شود (Helmy et al., 2012). مکانیسم های دیگر تأثیر روغن معدنی روی حشرات شامل تأثیر بر اسیدهای چرب حشرات و تداخل در متابولیسم آن ها

تعداد جوانه‌های آلوده در هر تیمار به ازای هر درخت به تفکیک گروه‌های آزمایشی در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه‌های آلوده به ازای هر درخت در زمان بعد از محلول‌پاشی در گروه ۱ حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار به لحاظ آماری بین تیمارها بود ($F=8.17$, $df=2$, $p=0.019$). همانطور که مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد جوانه‌های آلوده بعد از محلول‌پاشی مربوط به تیمار شاهد و به دنبال آن آبامکتین و روغن معدنی بود. همچنین، تعداد جوانه‌های آلوده در گروه ۱ بعد از محلول‌پاشی در تیمار شاهد ۷/۷۹ درصد افزایش و در تیمارهای آبامکتین و روغن معدنی به ترتیب ۲۴/۲۴ درصد و ۱۸/۹۱ درصد کاهش یافته است. نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه‌های آلوده به ازای هر درخت در زمان بعد از محلول‌پاشی در گروه‌های ۲ ($F=2.99$, $df=2$, $p=0.126$) و ۳ ($F=1.92$, $df=2$, $p=0.227$) حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها بود. نتایج مشابهی به لحاظ افزایش تعداد جوانه‌های آلوده بعد از محلول‌پاشی در شاهد و کاهش آن در تیمارهای آبامکتین و روغن معدنی در گروه‌های دوم و سوم آزمایش به دست آمد. در گروه ۲، تیمار روغن معدنی کمترین تعداد جوانه آلوده بعد از محلول‌پاشی را نتیجه داد، به طوریکه میزان کاهش آلودگی در روغن معدنی و آبامکتین به ترتیب ۳۲/۳۸ درصد و ۱۸/۱۴ درصد بوده و در تیمار شاهد تعداد جوانه‌های آلوده ۵۰/۰۴ درصد افزایش داشت. کمترین تعداد جوانه آلوده به دست آمده در تیمارها در گروه ۳ مربوط به تیمار آبامکتین بود. هر چند که میزان کاهش آلودگی در این گروه در تیمار روغن معدنی (۲۴/۰۲ درصد) بیشتر از تیمار آبامکتین (۲۱/۹۸ درصد) بود. میزان افزایش آلودگی در گروه ۳ در تیمار شاهد ۸۱/۱۶ درصد برآورد شد. در هر سه گروه، تعداد جوانه‌های آلوده در تیمار حشره‌کش آبامکتین و روغن معدنی روند کاهشی داشتند. کاهش تعداد جوانه‌های آلوده در تیمارهای آبامکتین و روغن معدنی بعد از محلول‌پاشی به سبب اثر سرکوب‌کنندگی آنها روی لاروهای سن اول آفت جوانه‌خوار می‌باشد. تأثیر حشره‌کش آبامکتین در مقایسه با روغن معدنی در کاهش تعداد جوانه‌های آلوده به لحاظ

آماري تفاوت معنی‌داری نداشت. مقایسه درصد کاهش خسارت شب‌پره جوانه خوار مرکبات توسط روغن معدنی با حشره‌کش آبامکتین در گروه‌های ۱ ($t=0.22$, $p=0.848$)، ۲ ($t=-0.74$, $p=0.512$) و ۳ ($t=-0.12$, $p=0.910$) نیز به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه‌های آلوده به ازای هر درخت در طول آزمایش (قبل+بعد از مبارزه) در تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد ($F=8.07$, $df=2$, $p=0.0001$). نتایج مقایسه میانگین تیمارها در (جدول ۱) ارائه شده است. با توجه به نتایج، تیمار شاهد دارای بیشترین تعداد جوانه آلوده به ازای هر درخت بوده، در حالی که تیمارهای آبامکتین و روغن معدنی اختلافی با یکدیگر نداشتند، هر چند به لحاظ عددی تیمار آبامکتین دارای تعداد جوانه آلوده بیشتری بود. این اختلاف هر چند ناچیز شاید به دلیل فعالیت بیشتر دشمنان طبیعی در تیمار روغن معدنی باشد. همان‌طوری‌که Aydogdu (2014) اعلام نمود اثر حشره‌کشی روغن معدنی برعکس آبامکتین بلافاصله پس از پاشش از بین می‌رود، لذا شرایط برای فعالیت دشمنان طبیعی نیز فراهم می‌شود. از طرفی طبق گزارش Ziaee et al. (2017) حدوداً ۶۰ درصد دستجات تخم *A. rosanus* در طی یک سال در باغ‌های روغن‌پاشی شده توسط شکارگرها و عوامل کنترل بیولوژیکی از بین رفته و جمعیت آفت همواره زیر سطح زیان اقتصادی قرار گرفته است. نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه‌های آلوده به ازای هر شاخه برای تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که بین تیمارها در زمان قبل از محلول‌پاشی اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت ($F=4.25$, $df=2$, $p=0.097$). نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه‌های آلوده به ازای هر شاخه برای تیمارهای مورد مطالعه در زمان بعد از محلول‌پاشی حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار به لحاظ آماری در سطح یک درصد بود ($F=12.54$, $df=2$, $p=0.0001$). نتایج مقایسه میانگین (شکل ۳) نشان می‌دهد که تیمار شاهد دارای بیشترین تعداد جوانه آلوده بوده و تیمار حشره‌کش آبامکتین و روغن معدنی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند، هر چند که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است.

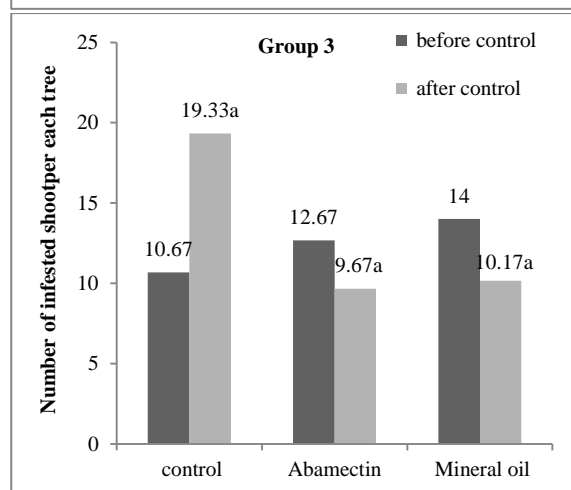
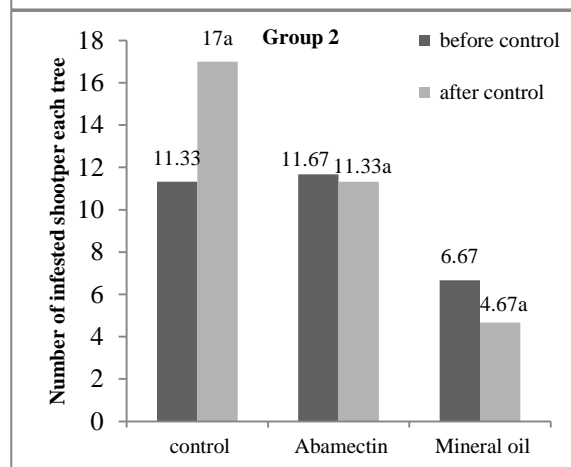
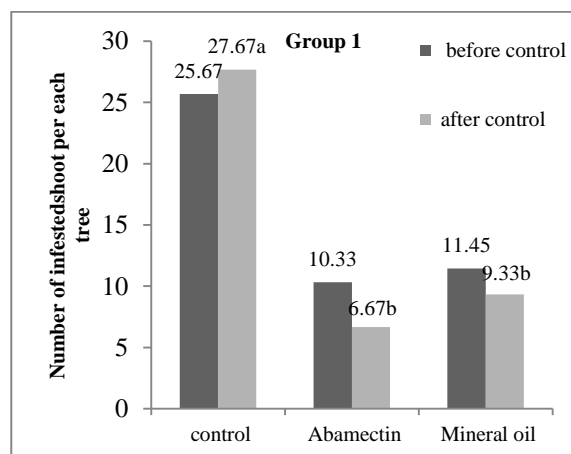


شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد جوانه آلوده به ازای هر شاخه برای تیمارهای مورد مطالعه در زمان‌های قبل و بعد از محلول‌پاشی (حروف بزرگ و کوچک به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها قبل و بعد از محلول‌پاشی می‌باشد)

Fig. 3. The mean comparison of the number of infested shoot per each branch for the studied treatments at before and after spraying (Uppercase and lowercase letters showing significant differences between treatments before and after spraying, respectively)

نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه‌های آلوده به ازای هر درخت و شاخه در طول آزمایش (قبل + بعد از مبارزه) برای تیمارها نشان داد که اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها به لحاظ آماری در سطح یک درصد وجود دارد ($F=15.13, df=2, p=0.0001$). همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱)، بیشترین تعداد جوانه‌های آلوده هم به ازای هر درخت و هم شاخه مربوط به تیمار شاهد بوده است. در صورتی که تیمارهای حشره‌کش آبامکتین و روغن معدنی در رتبه‌های بعدی قرار گرفته و از نظر تأثیر بر کاهش میزان خسارت شب پره جوانه خوار مرکبات هم به ازای هر درخت و هم شاخه در یک گروه آماری قرار داشته و تفاوتی با هم ندارند.

کنترل پایدار و مبتنی بر حفاظت از محیط زیست به کمک روش‌های دوستدار طبیعت منجر به کاهش استفاده از ترکیبات شیمیایی و باقیمانده آنها در محیط زیست و زنجیره غذایی می‌شود (Pirouz *et al.*, 2017). آلودگی زیست محیطی ناشی از کاربرد آفت‌کش‌ها موجب عدم تعادل بیولوژیکی



شکل ۲- تعداد جوانه‌های آلوده در تیمارهای مورد مطالعه برای هر گروه در زمان‌های قبل و بعد از محلول‌پاشی (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بعد از محلول‌پاشی می‌باشد).

Fig. 2. The number of infested shoots in the studied treatments for each group at before and after spraying (Different letters showing significant differences between treatments after spraying).

براساس گزارش (Toorani et al., 2016)، کاربرد روغن ولک با غلظت ۲ درصد سبب مرگ و میر ۶۰/۰۲ درصدی تخم شب‌پره جوانه‌خوار مرکبات *A. rosanus* شده است. در مطالعه‌ای (Fernandez et al., 2006) بیان داشتند که کاربرد روغن معدنی در باغات سیب موجب کاهش ۶۹/۹ درصدی در خسارت کرم سیب، (Lep: *Cydia pomonella* (L.)) Tortricidae شده است. کاربرد روغن معدنی سبب کاهش تعداد تخم‌های گذاشته شده و باروری *C. pomonella* و در نهایت کاهش خسارت این آفت شده است (Cariac et al., 2003). در مطالعه‌ای (Taverner et al., 2011) در کنترل شب‌پره قهوه‌ای روشن سیب، (Lep: *Epiphyas postvittana* (Walker)) Tortricidae و همچنین (Rizzo et al., 2012) در کنترل کرم آلو، (Lep: *Grapholita funebrana* (Treitschke)) Tortricidae بیان داشتند که کاربرد روغن معدنی سبب کاهش خسارت این آفات شده است. نتایج مطالعات بالا تأثیر کاربرد روغن معدنی را در کنترل شب‌پره‌های خانواده Tortricidae نشان می‌دهد که با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت دارند.

آفات برگ‌پیچان که *A. rosanus* نیز جزء آنهاست به برخی حشره‌کش‌ها از جمله گوزاتیون و آوانت مقاومت نشان داده‌اند (Smirle et al., 2003). آنها مکانیسم مسئول مقاومت به آوانت را افزایش فعالیت آنزیم‌های استراز بیان کردند. توصیه‌های اخیر در فلوریدا استفاده از آبامکتین را به دلیل مدیریت مقاومت به کاربرد سه بار در سال محدود کرده است. همچنین در میان آفت‌کش‌ها، آبامکتین به عنوان آفت‌کش بسیار خطرناک طبقه‌بندی شده است (Damavandian and Kiaeian Moosavi, 2014). بنابراین احتمال ظهور پدیده مقاومت توسط این آفت به آبامکتین در باغ‌های مرکبات شمال کشور زیاد است.

مشاهدات انجام شده در رابطه با میزان فعالیت دشمنان طبیعی در روی درختان روغن‌پاشی شده و سم‌پاشی شده مشخص کرد که جمعیت و میزان فعالیت دشمنان طبیعی روی

می‌شوند (Damavandian, 2007). از طرف دیگر، افزایش تقاضا برای محصول مرکبات ارگانیک وجود دارد، بنابراین برخی از ترکیبات کم‌خطر بایستی برای جایگزینی حشره‌کش‌های مصنوعی رایج معرفی شوند (Damavandian and Kiaeian Moosavi, 2014). از آنجائی که تولید محصول تازه با حداقل سطح باقیمانده آفت‌کش یک چالش بزرگ برای مرغوبیت میوه می‌باشد، استفاده از روغن معدنی به عنوان یک جایگزین برای مدیریت آفات در سرتاسر جهان در نظر گرفته می‌شود (Stansly and Conner, 2005).

کارایی و تأثیر روغن‌های معدنی علیه آفات مرکبات شامل کنه‌ها، سپردارها و مینوز مرکبات ۷۵ تا ۹۰ درصد گزارش شده است (Ping and Yongfan, 2002). جمعیت آفات در باغ مرکبات در تیمار ۱/۵ درصد روغن معدنی همراه با هرس درختان بیشترین کاهش را داشته است (Khalid et al., 2012). کاربرد روغن معدنی با غلظت ۰/۵ درصد موجب مرگ و میر ۳۷/۷ درصدی لاروهای مینوز مرکبات *P. citrella* شده است (Amiri-Besheli, 2008). در مطالعه حاضر، روغن معدنی با غلظت ۱/۵ درصد که به طور میانگین در سه گروه سبب کاهش ۲۵/۲۹ درصدی خسارت آفت جوانه‌خوار مرکبات (نسبت جوانه‌های آلوده قبل و بعد از روغن‌پاشی در تیمار روغن معدنی) شده است که با توجه به غلظت مصرفی و نوع متفاوت آفت با مطالعات بالا همخوانی دارد.

روغن معدنی با غلظت‌های ۰/۷ و ۰/۹ درصد به ترتیب سبب مرگ و میر لاروی ۵۱/۸۵ و ۷۷/۵۷ درصدی روی شب‌پره مینوز مرکبات شده است (KordFirozjaee and Damavandian, 2018). همچنین (Kiaeian Moosavi, 2012) بیان داشت که اثر روغن معدنی با غلظت ۰/۹۵ درصد برای کنترل *P. citrella* تقریباً مشابه ایمیداکلوپراید و آبامکتین بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد، چرا که میزان کنترل روغن معدنی و آبامکتین در مطالعه حاضر اختلاف معنی‌داری بایکدیگر نداشتند.

که اختلاف معنی‌دار آماری در بین تیمارها وجود نداشت ($F=2.05$, $df=2$, $p=0.95$). نتایج مقایسه میانگین در جدول ۲ نشان می‌دهد که علی‌رغم عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها، بیشترین میزان تولید میوه در تیمار شاهد و بدنبال آن در روغن معدنی و حشره‌کش آبامکتین به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که محلول‌پاشی در تاریخ ۹۵/۱/۱۱ در زمان گلدهی درختان مرکبات تأثیر منفی بر تولید میوه نداشت است و دو ترکیب حشره‌کش آبامکتین و روغن معدنی به‌طور مشابه عمل کردند.

مقادیر تولید میوه به ازای هر درخت به تفکیک هر گروه آزمایشی برای تیمارهای مورد مطالعه در شکل ۴ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، در گروه ۱، تیمارها از نظر میزان تولید میوه تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری نداشتند ($F=0.53$, $df=2$, $p=0.613$)، هر چند بالاترین میزان تولید میوه مربوط به تیمار روغن معدنی بوده و کمترین آن در تیمار شاهد حاصل آمده است. همچنین در گروه ۲، تیمارها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر از نظر میزان تولید میوه نداشتند ($F=0.61$, $df=2$, $p=0.573$)، اگر چه بالاترین میزان تولید میوه مربوط به تیمار حشره‌کش آبامکتین بوده و تیمارهای شاهد و روغن معدنی تقریباً برابر بودند. نتایج تجزیه واریانس در گروه ۳ نیز نشان داد که مشابه دو گروه قبلی، تیمارها از نظر میزان تولید میوه تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند ($F=2.96$, $df=2$, $p=0.128$). در این گروه روند متفاوت بوده است به طوری که بالاترین پائین‌ترین میزان تولید میوه به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و حشره‌کش بوده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین میزان تولید میوه (کیلوگرم به ازای هر درخت) برای تیمارهای مورد مطالعه در زمان برداشت.

Table 2. The mean comparison of the amount of fruit production (Kilograms per each tree) for the studied treatments at the harvest time.

Treatments	Number of tree	Mean±SE
Control	9	128.34±12.56a ^{n.s}
Abamectin	9	122.81±13.22a
Mineral oil	9	125.54±11.49a

n.s: Means with the same letters in column are not statistically significant different ($p>0.05$)

درختان روغن‌پاشی شده بسیار بیشتر بود به طوری که دستجات تخم آفت جوانه‌خوار روی این درختان توسط دشمنان طبیعی فعال از بین رفته بود (مشاهدات نگارندگان). دشمنان طبیعی در باغ‌های روغن‌پاشی شده توانایی بازسازی جمعیت خود را داشته و در صورت حذف آفت‌کش‌های مصنوعی از محیط به سرعت جمعیت خود را بازسازی خواهند کرد (Damavandian, 2016; Devoto et al., 2007).

روغن‌های معدنی به تنهایی یا در ترکیب با یک عامل میکروبی به‌عنوان امولسیفایر، اثر هم‌افزایی داشته و اثرات سوء کمتری برای محیط زیست دارند و برای استفاده در برنامه‌های IPM توصیه می‌شوند (Khayami and Ateyyat, 2002). استفاده از *Bacillus thuringiensis* Berliner subsp *kurstaki* با غلظت یک درصد برای کنترل کرم جوانه‌خوار مرکبات *A. rosanus* در باغات مرکبات قابل توصیه می‌باشد (Pirouz et al., 2017). بنابراین می‌توان با تلفیق روغن معدنی و این عامل میکروبی در مبارزه با کرم جوانه‌خوار مرکبات نتایج بهتر و تأثیرگذارتری را به دست آورد.

جدول ۱- مقایسه میانگین تعداد جوانه آلوده به ازای هر درخت و شاخه در تیمارهای مورد مطالعه در طول مدت زمان آزمایش (قبل + بعد از محلول‌پاشی)

Table 1. The mean comparison of number of the infested shoot per each tree and branch in the studied treatments in test time (before+afterspraying)

Sampling unit	Treatments	Number of tree/branch	Mean±SE
Tree	Control	18	18.61±2.49a ^{**}
	Abamectin	18	10.39±1.14b
	Mineral oil	18	9.61±1.31b
Branch	Control	72	4.65±0.23a ^{**}
	Abamectin	72	2.60±0.32b
	Mineral oil	72	2.40±0.56b

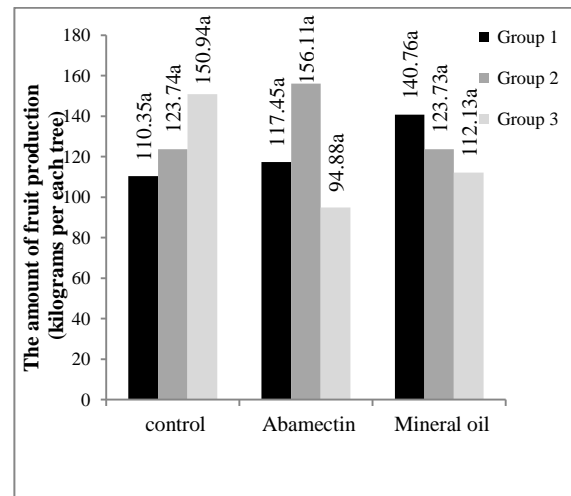
**Mean with the different letters in mean column for each sampling unit are statistically significant different ($p<0.01$)

آزمایش دوم

بررسی تأثیر روغن معدنی در زمان گلدهی بر تولید میوه درختان پرتقال واشنگتن ناول: نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر میزان تولید میوه به ازای هر درخت در این آزمایش نشان داد

ناپذیر است. روغن معدنی در شرق مصر و در بهار و پاییز هنگامی که دمای هوا از ۳۴ درجه سلسیوس بیشتر نیست، می‌تواند به‌طور ایمن بر روی درختان پرتقال به‌کار رود (Helmy *et al.*, 2012). هیچ‌گونه ریزش میوه روی درختان پرتقال تامسون ناول تیمار شده با روغن معدنی مشاهده نشد (Damavandian, 2016). کاربرد ۱/۵ درصد روغن معدنی در اوایل بهار (زمان گلدهی) تأثیر سوئی بر میزان تولید میوه در درختان مرکبات نداشته است (Ibrahim, 1990). (Razzaghi, 2014) ارزیابی تأثیر غلظت‌های مختلف روغن معدنی (۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) در کنترل شته جالیز *Aphis gossypii* Glover هنگام گلدهی درختان مرکبات روی ریزش میوه نشان داد که کمترین و بیشترین تعداد میوه روی هر درخت مربوط به تیمارهای روغن معدنی ۰/۵ درصد و شاهد به ترتیب با میانگین ۳۳/۵ و ۴۴/۱ میوه بوده است و اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها وجود نداشته است (Ibrahim, 1990). نتایج مطالعه فوق نشان می‌دهد که کاربرد روغن معدنی در زمان گلدهی تأثیر سوئی بر ریزش میوه ندارد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که روغن معدنی و حشره‌کش آبامکتین از نظر تأثیر بر کاهش خسارت کرم جوانه‌خوار مرکبات *A. rosanus* اختلاف آماری با یکدیگر نداشته و حتی روغن معدنی از لحاظ کنترل این آفت و کاهش میزان خسارت بهتر عمل کرده است. از طرف دیگر، نتایج تأثیر کاربرد ایندو تیمار در زمان گلدهی بر میزان تولید میوه نشان داد که روغن معدنی مشابه حشره‌کش آبامکتین عمل کرده است. طبق آمار هواشناسی استان مازندران همواره رطوبت نسبی محیط در تمام طول سال بیشتر از ۶۰ درصد و دما (به جزء موارد استثنائی و کوتاه مدت) نیز همواره کمتر از ۳۵ درجه سلسیوس است، بنابراین شرایط اقلیمی بسیار مساعد و مطلوب استان مازندران این امکان را می‌دهد تا از روغن‌های معدنی حتی در زمان گلدهی برای کنترل آفات مرکبات استفاده



شکل ۴- میانگین میزان تولید میوه (کیلوگرم به ازای هر درخت) برای تیمارهای مورد مطالعه در هر گروه آزمایشی در زمان برداشت (حروف مشابه در هر گروه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد)

Fig. 4. The average of fruit production (kilograms per each tree) for the studied treatments in each test group at the harvest time (The same letters in each group showing no significant differences between treatments)

هنگامی که روغن معدنی و حشره‌کش آبامکتین با یکدیگر مقایسه شدند، هیچ تفاوتی در توانایی‌شان برای کاهش خسارت و سرکوب آلودگی *A. rosanus* نبود. خطر سمیت حاد برای گیاه (گیاهسوزی) زمانی افزایش می‌یابد که روغن‌ها در غلظت نادرست آماده شده و هنگامی به کار روند که درختان در استرس کم آبی بوده و دمای محیط زیاد باشد (Damavandian and Kiaeian Moosavi, 2014). بر خلاف باور عموم که مصرف سموم شیمیایی و روغن معدنی هنگام گلدهی درختان مرکبات سبب ریزش گل و کاهش تولید میوه می‌شود، مطالعه حاضر نشان داد که تحت شرایط مطلوب (دمای زیر ۳۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی بالای ۲۰ درصد)، پاشش حشره‌کش آبامکتین و به ویژه روغن معدنی با غلظت ۱/۵ درصد در زمان گلدهی می‌تواند بدون تأثیر سوء برای درختان استفاده شود. اگر چه مبارزه با *A. rosanus* در هنگام گلدهی به دلیل خسارت زیاد در باغ‌های آلوده اجتناب

سیاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان از حمایت و همکاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به سبب در اختیار قرار دادن امکانات پژوهشی تشکر و قدردانی می کنند.

کرد. در چنین شرایطی صدمات وارده به محیط زیست به حداقل رسیده و از طغیان آفات گوناگون در آینده ممانعت به عمل می آید.

References

- AHMADI, K., H. R. EBADZADEH, F. HATAMI, R. HOSSEINPOUR and H. ABDSHAH, 2018. Agricultural statistics of year 2017-2018, 1st edn. Ministry of Agriculture Jihad Press, Karaj, Iran, 232p. (In Persian)
- ALIZADEH, P. and A. SHAYAN, 2017. Executive instruction of citrus leafroller, *Archips rosanus* (Linnaeus) (Lep: Tortricidae). Office of prediction and Pest Control, Plant Protection Organization, Tehran, Iran, 4p. (In Persian)
- AMIRI-BESHELI, B. 2008. Efficacy of *Bacillus thuringiensis*, mineral oil, insecticidal emulsion and insecticidal gel against *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Journal of Plant Protection Science, No. 44: 68–73.
- AYDOGDU, M. 2014. Parasitoid abundance of *Archips rosana* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae) in organic cherry orchards. North-Western Journal of Zoology, No. 10: 42-47.
- BEATTIE, A. 2005. Using petroleum – based spray oil in citrus. Agfact, H2.AE. 5: 1-7.
- BEATTIE G. A. C., Z. M. LIU, D. M. WATSON, A. D. CLIFT and L. JIANG, 1995. Evaluation of petroleum spray oils and polysaccharides for control of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Austral Entomology, No. 34: 349–353.
- CARIAC, M. J., A. A. FERRERO and T. STADLER, 2003. Effects of crude plant extracts and mineral oil on reproductive performance of the codling moth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, No. 29: 471-479.
- CRANSHAW, W. S. and B. BAXENDALE, 2011. Insect control: horticultural oils. Colorado State University, <http://www.ext.colostate.edu/pubs/insect/05569.html>
- CUTHBERTSON, A. G. S. and A. K. MURCHIE, 2005. Environmental monitoring of *Archips podana* (fruit tree tortrix moth) in Bramley apple orchards in Northern, Ireland. International Journal of Environmental Science and Technology, No. 2: 101-104.
- DAMAVANDIAN, M. R. 2005. Control of population of citrus rust mite without using acaricides to cause environmental pollution. Journal of Environmental Studies, No. 31: 101-108. (In Persian with English summary)
- DAMAVANDIAN, M.R. 2006. Laboratory bioassay and calculation of LC50 & LC90 of mineral oil for second and third nymphs and adults of *Pulvinaria aurantii*. Journal of Agricultural sciences and Natural Resources, No. 13: 55-61. (In Persian with English summary)
- DAMAVANDIAN, M. R. 2007. Laboratory and field evaluation of mineral oil spray for the control of citrus red mite, *Panonychus citri* McGregor. Acta Agriculture Scandinavica, Section B-soil and plant protection science, No.57: 92-96.
- DAMAVANDIAN, M. R. 2016. Comparison of mineral oil spray with current synthetic pesticides to control important pests in citrus orchards and their side effects. Arthropods, No. 5: 56-64.
- DAMAVANDIAN, M. R. and S. F. KIAEIAN MOOSAVI, 2014. Comparison of mineral spray oil, Confidor, Dursban, and Abamectin used for the control of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and an evaluation of the activity of this pest in citrus

- orchards in northern Iran. *Journal of Plant Protection Research*, No. 54: 156-163.
- DAVIDSON, N. A., J. E. DIBBLE, M. L. FLINT, P. J. MARER and A. GOYE, 1991. Managing insects and mites with spray oils. Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3347, University of California, Oakland, Canada.
- DEVOTO, L., R. CARRILLO, E. CISTERNAS and M. GERDING, 2007. Effects of lambda-cyhalothrin and *Beauveria bassiana* spores on abundance of Chilean soil surface predators, especially spiders and carabid beetles. *Journal of Pedobiologia*, No. 51: 65-73.
- DOGANLAR, O. 2007. Distribution of European leaf roller, *Archips rosanus* (L.) (Lep.:Tortricidae) egg masses on different apple cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences*, No. 6: 982-987.
- EL-SISI, A. G., S. M. EL-IMERY, N. A. HASSAN and E. I. HELMY, 1995. Comparison between Egyptian and American spray oils against scale insects in Egypt. 1st International Conference of Pest Control, Mansoura, Egypt, pp. 231-235.
- FERNANDEZ, D. E., E. H. BEERS, J. F. BRUNNER, M. D. DOERR and J. E. DUNLEY, 2006. Horticultural mineral oil applications for apple powdery mildew and codling moth, *Cydia pomonella* (L.). *Crop Protection*, No. 25: 585-591.
- HELMY, E.I., F. A. KWAIZ and O. M. N. EL-SAHN, 2012. THE USAGE OF MINERAL OILS TO CONTROL INSECTS. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, NO. 5: 167-174
- IBRAHIM, F.A.M. 1990. Morphological effects of mineral oils used in the control of scale insects on citrus trees. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, 127p.
- KHALID, M.S., A. U. MALIK, B. A. SALEEM, A. S. KHAN and N. JAVED, 2012. Horticultural mineral oil application and tree canopy management improve cosmetic fruit quality of Kinnow mandarin. *African Journal of Agricultural Research*, No. 7: 3464-3472.
- KHAYAMI, H. and M. ATEYYAT, 2002. Efficacy of Jordanian isolates of *Bacillus thuringiensis* against the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella*. *International Journal of Pest Management*, No. 48: 297-300.
- KIAEIAN MOOSAVI, S. F. 2012. Comparison of mineral oils with conventional pesticides for the control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* and comparison of effect of two citrus pest managements on activity of this pest. MS.c. thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. 120 p. (In Persian with English summary)
- KIM, D.S., Y. D. SEO and K. S. CHOI, 2010. The effects of petroleum oil and lime sulfur on the mortality of *Unaspis yanonensis* and *Aculops pelekassi* in the laboratory. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, No. 13: 283-288.
- KISS, L., C. LABAUNCE, F. MAGNIN and S. AUBRY, 2005. Plasticity of the life cycle of *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836), a recently introduced snail in mediteranean France. *Journal of Molluscan Studies*, No. 71: 221 – 231.
- KORD FIROZJAEI, Z. and M. R. DAMAVANDIAN, 2018. Control of citrus leafminer using mineral oil in Mazandaran and its effects on predatory phytoseiid mites. *Journal of Applied Researches in Plant Protection*, No. 4: 107-118. (In Persian with English summary).
- MAFI PASHAKOLAEI, S. A., R. NOURI, H. BARARI and M. R. BABAEI, 2014. Preliminary investigation of biology of *Archips rosanus* (Lepidoptera: Tortricidae) in orchards of Thomson orange in Sari, Iran. Mehrarvand Institute of Technology, Minushahr, 13 October 2014, pp. 1-8. (In Persian with English summary)
- PING, L. I. and P. YONGFAN, 2002. Citrus Pests in China and their sustainable management. *Spray Oils Beyond 2000, Sustainable Pest and Disease Management University of Western Sydney, Australia*, pp. 369-371.
- PIROUZ, R. 2015. Laboratory bioassay to estimate LC50 & LC90 of *Bacillus thuringiensis* against instars *Archips rosanus*. M.Sc.Thesis, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and

- Natural Resources University, 82 p. (In Persian with English summary).
- PIROUZ, R., M. R. DAMAVANDIAN and B. AMIRI BESHELI, 2017. Laboratory and field evaluation of *Bacillus thuringiensis* Berliner for the control of *Archips rosanus* (Linnaeus) in Mazandaran province. *Applied Entomology and Phytopathology*, No. 84: 313-326. (In Persian with English summary).
- RADJABPOUR, A., A. A. SARAJ, M. R. DAMAVANDIAN and P. SHISHEHBOR, 2007. Effect of use of two mineral oils for control of *Pulvinaria aurantii* (Cock.) and predatory mites in citrus orchards in Sari. *Scientific Journal of Agriculture*, No. 30: 31-40. (In Persian with English summary).
- RAE, D. J., D. M. WATSON, W. G. LIANG, B. L. TAN, M. LI, M. D. HUANG, Y. DING, J. J. XIONG, D. P. DU, J. TANG and G. A. C. BEATTLE, 1996. Comparison of petroleum spray oils, abamectin, cartap and methomyl for control of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in Southern China. *Journal of Economic Entomology*, No. 89: 493-500.
- TAVERNER, P. D., C. SUTTON, N. M. CUNNINGHAM, C. DYSON, N. LUCAS and S. W. MYERS, 2011. Efficacy of several insecticides alone and with horticultural mineral oils on light brown apple moth (Lepidoptera: Tortricidae) eggs. *Journal of Economic Entomology*, No. 104: 220-224.
- TOORANI, A. H., H. ABBASIPOUR and A. R. ASKARIANZADEH, 2016. Comparison of the different treatments to control the citrus leafroller *Archips rosanus* (L.) (Lep: Tortricidae) on citrus trees. 22nd Iranian Plant Protection Congress, Tehran University, Karaj, Iran. P. 738 (In Persian).
- ZIAEE, H., M. R. DAMAVANDIAN and B. AMIRI BESHELI, 2017. Study of effect of two citrus pest management methods on the abundance of *Archips rosanus* (Lep. Tortricidae). The First National Conference of Agriculture, Natural Resources and Veterinary, 11th May 2017, Ardakan University, Ardakan, Iran, pp. 1-6. (In Persian with English summary).
- RAZZAGHI CHEMAZKOTI, P. 2014. Evaluation of the effect of mineral oil on aphid activity during flowering of citrus trees. MS.c. thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. 85 p. (In Persian with English summary).
- RIZZO, R., G. LO VERDE and A. LOMBARDO, 2012. Effectiveness of spinosad and mineral oil for control of *Grapholita funebrana* Treitschke in organic plum orchards. *Supplemento New Medit*, No. 4: 68-70.
- SMIRLE, M.J., D. T. LOWERY and C. L. ZUROWSKI, 2003. Susceptibility of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) from organic and conventional orchards to azinphosmethyl, spinosad and *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Economic Entomology*, No. 96: 885-891.
- STANSLY, P.A. and J. M. CONNER, 2005. Crop and insect response to horticultural mineral oil on tomato and pepper. *Proceeding of the Florida State Horticultural Society*, No. 118: 132-141.